ICS 07.060
A 47

QX

中华人民共和国气象行业标准

QX/T 23—2004

旋转式测风传感器

Revolving wind sensor

2004-10-20 发布　　2005-02-01 实施

中国气象局　发布

前　言

本标准采纳了世界气象组织(WMO)仪器与观测方法委员会(CIMO)编写的《气象仪器和观测方法指南》及 CIMO 提出的"地面观测的准确度要求和自动气象站传感器特性的建议"有关内容，其技术要求主要是针对用于数字式输出、自动观测的测风仪所用传感器提出的，其他用途的旋转式测风传感器可参照使用。

本标准由中国气象局提出并归口。

本标准起草单位：长春气象仪器研究所。

本标准主要起草人：王锡科、马凤春、田艳、贾明书。

本标准于 2004 年首次发布。

引　言

旋转式测风传感器是风向风速常规观测仪器应用广泛的传感器。目前，我国生产应用的旋转式测风传感器品种规格较多，技术要求和质量控制差异较大，为了适应测风传感器和测风仪器发展的需要，有必要制定旋转式测风传感器的行业标准。

本标准对风速测量最大允许误差的表述采用了世界气象组织对“业务准确度要求”的表述方法，即：按风速测量范围分段规定最大允许误差。

本标准各类检验中“受检样品数”的确定方法及“合格判定”方法，采用了我国气象行业多年来对气象仪器鉴定检验或质量一致性检验时采用的方法。

旋转式测风传感器

1 范围

本标准规定了旋转式测风传感器(以下简称测风传感器)的技术要求、试验方法、检验规则及包装、标志等。

本标准适用于数字式输出、自动观测的数字测风仪所用传感器的研制、生产和产品验收等。其他用途的旋转式测风传感器可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 2828.1—2003 计数抽样检验程序 第1部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划(ISO 2859-1:1999,IDT)

GB/T 2829—2002 周期检验计数抽样程序及表(适用于对过程稳定性的检验)

GB/T 4857.3—1992 包装 运输包装件 静载荷堆码试验方法(eqv ISO 2234:1985)

GB/T 15464—1995 仪器仪表包装通用技术条件

GJB 570.6—1988 气象仪器定型试验方法 可靠性试验

JB/T 9329—1999 仪器仪表运输、运输贮存基本环境条件及试验方法

QX/T 8 气象仪器术语

3 术语和定义

QX/T 8 确立的术语和定义适用于本标准。

4 要求

4.1 分类

按风速传感器结构形式分为:

a) 风杯式;

b) 螺旋桨式;

c) 叶轮式。

4.2 可靠性和维修性

平均故障间隔时间(MTBF)应不少于 2 000 h。

平均修复时间(MTTR)应不多于 0.5 h。

4.3 互换性

同一型号的部件、组件和零件,不经修配或改动原传感器主体,应能在机械性能和电气性能上互换。

4.4 组成

4.4.1 风杯式风速部分的旋转器主要包括风杯、臂杆、垂直轴等,转换器主要包括光电组件或磁电组件;风向部分的风向标主要包括尾翼、水平杆、平衡锤、垂直轴等,转换器主要包括光电组件或电位器、同步电机等。

4.4.2 螺旋桨式风速部分的旋转器主要包括桨叶、水平轴等,转换器主要包括光电或磁电组件;风向部

分的风向标主要包括尾翼、水平风向标体、外套筒、支架等，转换器主要包括光电组件或电位器、同步电机等。

4.4.3 叶轮式风速部分的旋转器主要包括叶片、水平轴等，转换器主要包括光电组件或磁电组件等。

4.4.4 用于便携式数字测风仪的风向传感器应有自动定向(定北)装置。

4.5 结构与外观

4.5.1 测风传感器应有防尘、防雨雪、防盐雾措施，特殊地区使用的测风传感器，应配置防雨凇和积冰的防护罩。

4.5.2 风杯式风向传感器与风速传感器分离时，应架设在同一水平面上，其横杆长度宜在 1.0 m～1.5 m之间。

4.5.3 测风传感器外观几何形状、尺寸应符合机械图样要求。几何平面应光洁、无损伤、无变形、涂层无脱落。

4.5.4 各组件、部件、零件焊接或插接应牢固，机械零件表面无毛刺、无锈蚀，弯曲部位不应有裂纹或褶皱。

4.5.5 产品商标、印记、字符和代码应完整、清晰、美观、牢固。

4.6 测量性能

4.6.1 风速传感器测量性能应符合以下要求：

a) 起动风速：风杯式分为 0.5 m/s；1.0 m/s；1.5 m/s；
螺旋桨式分为 1.5 m/s；2.0 m/s；
叶轮式为 0.8 m/s；

b) 测量范围：风杯式分为 0～20 m/s；0～30 m/s；0～60 m/s；
螺旋桨式分为 0～60 m/s；0～90 m/s；
叶轮式为 0～20 m/s；

c) 最大允许误差：风杯式分为5 m/s 及以下不超过±0.5 m/s；5 m/s 以上不超过±5%；
5 m/s 及以下不超过±0.5 m/s；5 m/s 以上不超过±10%；
螺旋桨式分为 10 m/s 及以下不超过±1.0 m/s；10 m/s 以上不超过±10%；
叶轮式为 5 m/s 及以下不超过±0.5 m/s；5 m/s 以上不超过±10%；

d) 距离常数：2.0 m ～ 5.0 m(在 5 m/s 风速条件下)。

4.6.2 风向传感器测量性能应符合以下要求：

a) 起动风速：风向的起动风速应不大于配套风速的起动风速；

b) 测量范围：0～360°；

c) 最大允许误差：风杯式不超过±3°；
螺旋桨式不超过±10°；

d) 阻尼比：在用于天气学和气候学时，应为 0.3 m ～ 0.7 m(在 5 m/s 风速条件下)，其他用途时另行规定；

e) 距离常数：2.0 m ～5.0 m(在 5 m/s 风速条件下，释放前指示偏离实际风向±10°)；

f) 动态偏移角：应不超过最大允许误差的三分之一(在风向标三倍起动风速条件下)。

4.7 电源适应性

供电电压宜采用直流 5 V 或 12 V，并应在电压变化±10%条件下正常工作。

4.8 环境适应性

4.8.1 工作环境

温度：−40℃～50℃；

湿度：10% RH～100% RH 或降水环境；

抗风强度：当风速不超出该风速传感器测量范围 20%时，测风传感器不应有损坏现象。

4.8.2 储运环境

4.8.2.1 气候环境

温度：－40℃～60℃；

湿度：95% RH(35℃)。

4.8.2.2 机械环境

测风传感器外包装后，根据其包装件的重量和尺寸，碰撞和跌落要求应分别符合 JB/T 9329—1999 表 1 中第 4 项和第 5 项的规定，其中自由跌落高度选为 100 mm。

4.9 材料

4.9.1 测风传感器所用材料应符合批准的图样和本标准规定。

4.9.2 全部材料应是合格品并应附有合格证明。

4.9.3 除非另有规定，风杯式的风杯和风向标尾翼宜采用碳纤维工程塑料注塑或热压成型；螺旋桨式桨叶和风向标尾翼宜采用铝合金做骨架，而后蒙上亚麻布喷漆而成，或其他经使用已证明同样适用的原材料。

4.9.4 凡不能进行涂层保护的磨损面、枢轴、轴承及类似的零件，应采用不易锈蚀或有利于氧化膜形成的材料制造。

4.9.5 转动部件的支撑部分宜采用高精度支撑元件，必要时可采用宝石轴承，微风风速传感器宜采用磁悬浮轴承。

4.9.6 电子元器件在装机前，应进行老化筛选，以剔除不合格和性能明显下降的产品。

5 试验方法

5.1 可靠性

5.1.1 故障分级

本标准可靠性试验故障按下述情况分为四级：

a) 轻微故障：不影响测风传感器正常测量数据的故障；

b) 一般故障：致使测风传感器不能正常输出测量数据的故障；

c) 严重故障：致使测风传感器重要部件、组件或元器件损坏的故障；

d) 致命故障：导致测风传感器报废的故障。

5.1.2 故障加权

计算总故障数时各级故障的加权应在试验前由试验方、订货方和供货方商定，一般宜遵循以下原则：

a) 轻微故障：0.1 或不计；

b) 一般故障：0.2、0.3、0.4 或 0.5；

c) 严重故障：1.0；

d) 致命故障：出现一次判为不合格。

5.1.3 方法

宜采用定时截尾试验方案，取 $\alpha=\beta=20\%$，$d=3$，试验方法应符合 GJB 570.6 的规定。试验结果应按定时截尾试验方案的评定方法判定，MTBF 观测值应符合 4.2 的要求。

5.2 维修性

维修性试验一般宜与可靠性试验同时进行。若可靠性试验中的故障不能满足修复时间统计的要求，可在设备正常运行情况下，人为设置偶发性故障，以统计平均修复时间。试验结果应符合 4.2 的要求。

5.3 互换性

通过实际操作进行检查。其结果应符合 4.3 的要求。

5.4 组成

目视检查。其结果应符合 4.4 的要求。

5.5 结构与外观

通过实际操作、目视或器具测量检查和验证。其结果应符合 4.5 的要求。

5.6 测量性能

5.6.1 风速传感器

5.6.1.1 试验设备

低速风洞及相关测试仪器；动态特性测试设备。

5.6.1.2 起动风速

将风速传感器安装在风洞的试验段，启动风洞，从零逐渐增大风速，记录风速旋转器开始并持续转动时的风洞指示风速。重复三次，以算术平均值求起动风速。其结果应符合 4.6.1 a)的要求。

5.6.1.3 测量范围和最大允许误差

试验点按不同的风速传感器分为以下几组：

a) 风杯式：2 m/s、5 m/s、8 m/s、10 m/s、12 m/s、15 m/s、18 m/s、20 m/s；
2 m/s、5 m/s、10 m/s、15 m/s、20 m/s、25 m/s、28 m/s、30 m/s；
2 m/s、5 m/s、10 m/s、20 m/s、30 m/s、40 m/s、50 m/s、60 m/s；

b) 螺旋桨式：2 m/s、5 m/s、10 m/s、20 m/s、30 m/s、40 m/s、50 m/s、60 m/s；
2 m/s、5 m/s、10 m/s、20 m/s、30 m/s、40 m/s、50 m/s、60 m/s、70 m/s、80 m/s、90 m/s；

c) 叶轮式：2 m/s、5 m/s、8 m/s、10 m/s、12 m/s、15 m/s、18 m/s、20 m/s。

在各试验点，待风洞风速稳定后，读取传感器正常输出的范围并计算输出值与风洞风速值之差。其结果应分别符合 4.6.1 b)、c)的要求。

5.6.1.4 距离常数

将风速传感器安装在风洞试验段，锁紧旋转器不让其松动。启动风洞，使风速稳定在 5 m/s，开启动态特性测试设备，突然释放旋转器，动态特性测试设备自动打印出距离常数。重复以上操作五次并计算其算术平均值，求得风速传感器的距离常数。其结果应符合 4.6.1 d)的要求。

5.6.2 风向传感器

5.6.2.1 试验设备

低速风洞及相关测试仪器；标准度盘；动态特性测试设备。

5.6.2.2 起动风速

将风向传感器安装在风洞的试验段，将风向标的位置调到与风洞轴线平行，然后依次将风向标置于 30°、330°的位置，在每个位置启动风洞，从零逐渐增加风速，到风向标回转到与风洞轴线的夹角小于 5° 时，读取起动风速，重复三次，以算术平均值求起动风速。其结果应符合 4.6.2 a)的要求。

5.6.2.3 测量范围和最大允许误差

将风向传感器安装在标准度盘中心，使平衡锤的尖端对准度盘的 0°，使传感器的输出信号为 0°，然后依次将平衡锤的尖端指向 30°、60°、90°、120°、150°、180°、210°、240°、270°、300°、330°、0°，读取传感器正常输出信号的范围并计算输出信号的角度与标准度盘之差。其结果应分别符合 4.6.2 b)、c)的要求。

5.6.2.4 阻尼比和距离常数

将风向传感器置于风洞的试验段，固定风向标使之与风洞轴线夹角为 10°，启动风洞，使风速稳定在 5 m/s，突然释放风向标，用动态特性测试设备自动测量其阻尼比和距离常数，重复五次，求出算术平均值；然后将风向标置于 350°，按以上相同方法测量五次，求出算术平均值。对两次平均值再平均，求得该风向标的阻尼比和距离常数。其结果应分别符合 4.6.2 d)、e)的要求。

5.6.2.5 动态偏移角

将风向传感器置于风洞的试验段，固定风向标使之与风洞轴线夹角为20°，再调风洞的风速至风向标规定起动风速的三倍，风速稳定后，突然释放风向标，待风向标稳定后，记录其输出值与轴线夹角之差；使风向标反向偏离风洞轴线20°，重复以上试验步骤。以上试验各重复五次，将各次测量的结果以绝对值计算其算术平均值求得动态偏移角。其结果应符合4.6.2 f)的要求。

5.7 电源适应性

用可调直流稳压电源给传感器供电(5 V或12 V)，在±10%范围内变化，同时进行瞬时值的风向和风速测量。其结果应符合4.7的要求。

5.8 环境试验

5.8.1 试验设备

高低温试验设备；高低温交变湿热试验设备；淋雨设备。

5.8.2 高温试验

将测风传感器置于高低温试验箱内，以不大于1℃/min的速度升温到50℃，保持8 h。试验过程中，输出信号应正常，试验结束后立即检查，应分别符合4.8.1、4.8.2的要求。试验后恢复8 h，继续做其他项目的试验。

5.8.3 低温试验

将测风传感器置于高低温试验箱内，以不大于1℃/min的速度降温到－40℃，保持8 h。试验过程中，输出信号应正常，试验结束恢复常温后检查，转动部件应灵活，并应分别符合4.8.1、4.8.2的要求。试验后常温下恢复8 h，继续做其他项目的试验。

5.8.4 湿热试验

将测风传感器置于高低温交变湿热试验设备内，温度调到35℃、湿度调到95% RH，保持12 h。试验过程中，输出信号应始终正常，试验结束后立即检查，转动部件应灵活，并应分别符合4.8.1、4.8.2的要求。试验后恢复8h，继续做其他项目的试验。

5.8.5 淋雨试验

将测风传感器固定在淋雨设备的平台上，以水温5℃～35℃、降水强度为4 mm/min，从垂直及45°的方向分别喷淋30 min。其结果应符合4.8.1降水环境要求。

5.8.6 机械环境

测风传感器的包装件碰撞试验、跌落试验(正常搬动跌落高度为100 mm)，按JB/T 9329—1999中4.4、4.5的试验方法进行。其结果应符合4.8.2.2的要求。

5.8.7 抗风强度

在风速试验条件下，分别将风向和风速传感器固定在风洞试验段，将风洞调到超出传感器风速测量范围上限1.2倍的风速值上，保持5s。其结果应符合4.8.1的要求。

5.9 材料

用目测或器具进行检查。其结果应符合4.9的要求。

5.10 标志、包装

用目测检查。其结果应分别符合7.1、7.2的要求。

6 检验规则

6.1 检验分类

本标准规定的检验分为：

a) 鉴定检验；

b) 质量一致性检验。

6.2 鉴定检验

6.2.1 检验时机

测风传感器在下列情况下进行鉴定检验：

a) 新研制的产品；

b) 老产品转产或转厂生产时；

c) 停产两年以上再生产时；

d) 产品设计、结构、材料或工艺有较大改变，可能影响产品性能时。

6.2.2 检验的项目和顺序

检验项目按表1的规定进行；检验顺序若无订货方与供货方的特别约定，宜按表1的序号顺序进行。

6.2.3 受检样品数

由订货方与供货方协商确定，一般不少于三套。新研制的产品应采用试制品；已定型生产的产品，应在生产线上随机抽取。

6.2.4 合格判定

按6.2.2规定的检验项目逐项检验合格后，应判鉴定检验合格。如其中一套出现不合格项(不含可靠性试验中“致命故障”)，其不合格项经整修重新检验合格后，也可判定鉴定检验合格。可靠性试验出现“致命故障”，判鉴定检验不合格。

6.3 质量一致性检验

6.3.1 检验分组

本标准规定的质量一致性检验分为：

——A组检验；

——B组检验；

——C组检验；

——D组检验。

6.3.2 组批规则

一个检验批可由一个生产批构成，也可由符合下述条件的几个生产批构成：

a) 这些生产批是在基本相同的材料、工艺、设备等条件下制造出来的；

b) 若干个生产批构成一个检验批的时间一般应不超过一个月。

6.3.3 检验项目和顺序

检验项目应符合表1的规定；检验顺序若无订货方与供货方的特别约定，宜按表1的序号顺序进行。

表1 检验项目

序号	检验项目	要求章条号	试验方法章条号	质量一致性检验				鉴定检验
				A组	B组	C组	D组	
1	可靠性	4.2	5.1				○	●
2	维修性	4.2	5.2				○	●
3	互换性	4.3	5.3			●		●
4	组成	4.4	5.4	●				●
5	结构与外观	4.5	5.5		●			●
6	风速起动风速	4.6.1 a)	5.6.1.2	●				●
7	风速测量范围和最大允许误差	4.6.1 b)、c)	5.6.1.3	●				●
8	风速距离常数	4.6.1 d)	5.6.1.4			○		●

表 1（续）

序号	检验项目	要求章条号	试验方法章条号	质量一致性检验				鉴定检验
				A 组	B 组	C 组	D 组	
9	风向起动风速	4.6.2 a)	5.6.2.2	●				●
10	风向测量范围和最大允许误差	4.6.2 b)、c)	5.6.2.3	●				●
11	风向阻尼比和距离常数	4.6.2 d)、e)	5.6.2.4			○		●
12	风向动态偏移角	4.6.2 f)	5.6.2.5			○		●
13	电源适应性	4.7	5.7		●			●
14	环境适应性	4.8	5.8				○	●
15	材料	4.9	5.9			●		●
16	标志、包装	7.1、7.2	5.10	●				●
注：●为要求检验项目；○为订货方和供应方协商检验项目。								

6.3.4 A 组检验

6.3.4.1 受检样品数

全数检验。

6.3.4.2 合格判定

产品经检验未出现不合格项者，应判该产品合格；经检验若出现“单位产品的质量特性不合格”项，应判该产品不合格，不合格项经整修，重新检验合格后，也可判定为合格。

6.3.5 B 组检验

6.3.5.1 抽样方案

经 A 组检验合格的产品可进行 B 组检验，B 组检验应为计数抽样检验。其受检样品数、抽样程序和方法应符合 GB/T 2828.1—2003 第 10 章的要求。其抽样方案类型、检查水平(IL)和接收质量限(AQL)由订货方与供货方协商确定，一般宜采用正常检验一次抽样方案，一般检验水平(Ⅱ)，接收质量限(AQL)B 类不合格 AQL=4.0，C 类不合格 AQL=6.5。

6.3.5.2 合格判定

若出现 B 类或 C 类不合格，其受检样品中不合格品数小于或等于抽样方案规定的接收判定数组时，则判产品批合格，否则判产品批不合格。

6.3.6 C 组检验

6.3.6.1 抽样方案

C 组检验属周期检验，检验周期可视生产量和生产周期的具体情况，由订货方与供货方协商确定。一般情况下，检验周期宜为 1～3 年。采用计数抽样检验，检验程序和方法应符合 GB/T 2829—2002 第 4 章、第 5 章的规定。其不合格质量水平(RQL)、判别水平(DL)及抽样方案类型由订货方与供货方协商确定。一般宜采用Ⅱ级判别水平，二次抽样方案类型，不合格质量水平(RQL)B 类不合格 RQL=100，C 类不合格 RQL=120。受检样品数由所能承受的试验费用与试验设备的现有能力来确定。

6.3.6.2 合格判定

受检样品中不合格品数小于或等于抽样方案规定的接收判定数组时，判 C 组检验合格，否则判不合格。

周期检验后，合格或不合格的处置方法按 GB/T 2829—2002 中 5.12 的规定执行。

6.3.7 D 组检验

6.3.7.1 受检样品数

D 组检验是一种破坏性试验，或者是消耗全部或大部分使用寿命的长时间试验，只能在少数样品上

进行。受检样品数与生产量或生产周期有关，由订货方与供货方协商确定，一般宜为三套。

6.3.7.2 合格判定

样品经D组检验全部合格，应判产品检验合格。如其中一套出现不合格项目，不合格项经整修重新检验合格后，也可判产品检验合格。

6.4 单位产品的质量特性不合格分类与判定

6.4.1 不合格分类

本标准不合格的定义应符合GB/T 2829—2002中3.1的要求，其分类为：

a) A类不合格；

b) B类不合格；

c) C类不合格。

6.4.2 不合格判定

本标准规定不合格按下述原则判定：

a) A类不合格：测量性能中测量范围和最大允许误差不符合4.6的要求；

b) B类不合格：可靠性和维修性不符合4.2的要求；互换性不符合4.3的要求；除测量范围和最大允许误差外，其余测量性能不符合4.6的要求；电源适应性不符合4.7的要求；环境适应性不符合4.8的要求；标志不符合7.1的要求；包装不符合7.2的要求；

c) C类不合格：组成不符合4.4的要求，结构与外观不符合4.5的要求，材料不符合4.9的要求。

7 标志、包装、运输、储存

7.1 标志

包装箱箱面标志应符合GB/T 15464—1995中6.1的要求。

7.2 包装

7.2.1 包装的一般要求应符合GB/T 15464—1995中3.1的规定。

7.2.2 产品进行内包装前，对于产品的易锈部位应涂防锈油脂等，并用防锈纸包敷，防锈期限应不少于一年。

7.2.3 根据本标准储运气候环境和机械环境的要求，结合测风传感器结构特点，测风传感器应采用防潮和全面缓冲内包装。

7.2.4 内包装应采用专用包装箱(盒)，若无其他要求，包装箱(盒)宜采用可发性聚苯乙烯泡沫塑料压制成型。

7.2.5 在内包装箱(盒)中，风速传感器的风杯组件、螺旋桨组件、叶轮组件与主体分拆，内包装箱(盒)内部形状应分别按各部件结构外型进行设计。

7.2.6 传感器装入内包装箱后，在箱盖结合处粘贴胶带。

7.2.7 根据本标准储运环境的要求，外包装应采用防雨和部分缓冲包装，并应符合以下要求：

a) 外包装应制做专用包装箱和防雨罩，若无其他要求，包装箱材料应符合GB/T 15464—1995中C.4.2的要求，防雨罩材料可从GB/T 15464—1995表C.1中选取；

b) 完成内包装的传感器套上防雨罩后装入外包装箱时，在防雨罩和外包装箱之间应采用角衬垫或侧衬垫，衬垫应固定在外包装箱内，衬垫材料若无其他要求，宜选用聚苯乙烯泡沫塑料；

c) 测风传感器装入外包装箱后，应在箱盖结合处粘贴胶带并加捆紧固带。

7.2.8 横杆应采用部分缓冲包装方法并用专用包装箱，若无其他要求，所用材料应符合GB/T 15464—1995中C.4.2的要求。

包装箱两端应固定安放专用缓冲衬垫，衬垫与横杆两端接触部位，其结构外形应与横杆两端外形相适应。若无其他要求，衬垫宜采用聚苯乙烯泡沫塑料压制成型。横杆装入后，包装箱盖结合处粘贴胶带并加捆紧固带。

7.2.9 随机文件的包装，应符合 GB/T 15464—1995 中 6.2 的要求。

7.3 运输

包装后的测风传感器可用常规运输工具运输，运输过程中应避免雨雪直接侵袭。

7.4 储存

7.4.1 包装件储运气候环境应符合 4.8.2.1 的要求。

7.4.2 储存地点不应有酸、碱及其他腐蚀性气体。

7.4.3 包装件堆码层数应按 GB/T 4857.3 的规定试验后确定。